

## BRENNSTOFFZELLE BESTEHEND AUS KAPILLAREN

5     **Beschreibung:**

Die Erfindung betrifft eine Brennstoffzelle, insbesondere eine Direktmethanol-Brennstoffzelle.

10     Für eine Leistungssteigerung von Brennstoffzellen ist es bekannt, deren stromerzeugende Mikroreaktoren parallel oder in Serie zu schalten. So wird in der WO 00/54358 der Aufbau von Brennstoffzellen-Modulen erläutert, bei denen jeweils eine Vielzahl von einzelnen Mikroreaktoren in einer Ebene in  
15     einem Rahmen angeordnet und in Reihe geschaltet sind. Hierbei stehen die als Kathoden ausgebildeten Oberflächen der einzelnen Elektroden unmittelbar in Berührung und sind an einer Stirnseite des Moduls die coaxial innen liegenden Anoden der einzelnen Mikroreaktoren miteinander verschaltet.

20     Einzelne derartige Module können wiederum in Reihe und/oder in Serie geschaltet werden.

Eine weitere, leistungssteigernde Anordnung von Bündeln von  
25     Mikroreaktoren, gleichfalls von einem coaxialen Aufbau, zeigt die WO 03/005466. Alternativ ist dort erläutert, die Mikroreaktoren durch solche mit einer gemeinsamen Außenelektrode zu ersetzen, womit der grundsätzlich coaxiale Aufbau erhalten bleibt.

30     Bedingt durch den coaxialen Aufbau dieser Mikroreaktoren wird regelmäßig axial endseitig eines solchen das aufgebaute elektrische Potential abgegriffen. Es bestimmt damit die Länge des Mikroreaktors auch die elektrische  
35     Leistungsfähigkeit.

Werden als Mikroreaktoren insbesondere so genannte tubuläre Verbünde verwendet, ist die mechanische Stabilität regelmäßig gering und ist von daher die Länge eines solchen Mikroreaktors begrenzt und entsprechend gering die  
5 Leistungsausbeute bzw. die Höhe der abgreifbaren Spannung.

Vor diesem technischen Hintergrund macht die Erfindung es sich zur Aufgabe, eine Brennstoffzelle zur Verfügung zu stellen, die eine hohe Leistungsausbeute gewährleistet bei  
10 konstruktiv einfachem Aufbau, verbunden mit geringen Entstehungskosten.

Zur Lösung dieser Problematik wird bei einer Brennstoffzelle, versehen mit einer Vielzahl von von einer  
15 Brennstoffkomponente an und/oder durchströmten, jeweils eine Elektrode aufweisende Kapillaren, gemäß des Anspruchs 1 darauf abgestellt, dass die Kapillaren in aneinandergrenzenden Segmenten in Bündeln jeweils innerhalb eines Reaktionsraums angeordnet sind, dass die Elektrode  
20 beiderends jeder Kapillare herausgeführt ist, dass die Elektroden der Kapillaren eines Segments beiderends auf im wesentlichen gleichen Potential liegend elektrisch verschaltet sind und dass wenigstens ein Wandabschnitt eines jeden Segments mit einer Gegenelektrode versehen ist oder  
25 diese zumindest mit ausbildet.

Die Brennstoffzelle nach der Erfindung weist eine Reihe von Vorteilen auf. Zunächst wird die Kapazität der Brennstoffzelle durch die Anzahl der Segmente bestimmt, die  
30 regelmäßig gleichartig ausgebildet, gleichsam in Serie herstellbar sind. Von wesentlicher Bedeutung ist dabei, dass der koaxiale Aufbau der bekannten Mikroreaktoren verlassen wird, womit nicht mehr die Länge der Kapillaren für das Spannungspotential zwischen erster und zweiter Elektrode  
35 maßgeblich ist. Vielmehr weist jede Kapillare lediglich eine

Elektrode auf, die an beiden Enden mit den entsprechenden Elektroden der übrigen Kapillaren eines Segments parallel verschaltet ist. Damit liegen am Ende der Kapillaren an den Elektroden im wesentlichen gleiche elektrische Potentiale gegen eine Gegenelektrode an, die an oder durch einen Wandabschnitt eines jeden Segments ausgebildet wird und die in ihrer Gestalt weitgehend freibleibend ist.

Die Segmente können beliebige Querschnitte aufweisen, beispielsweise rechteckige oder dreieckige. Bevorzugt sind die Segmente in einem Querschnitt als Kreissegmente ausgebildet, wodurch ein äußerst kompakter Aufbau insbesondere innerhalb eines zylindrischen Gehäuses gewährleistet ist.

Für eine Spannungserhöhung gegenüber der von einem Segment gelieferten Spannung kann vorgesehen sein, dass die Elektroden der Kapillaren eines Segments gegen die Gegenelektrode eines benachbarten Segments verschaltet sind, entsprechend einer Serienschaltung.

Für eine Leistungserhöhung kann alternativ vorgesehen sein, dass die Elektroden aller Kapillaren einer Brennstoffzelle jeweils endseitig zusammengeschaltet sind, entsprechend einer Parallelschaltung.

Zweckmäßigerweise kann vorgesehen sein, dass die Verschaltung -parallel oder in Serie- durch einen Schalter vorgebbar ist, insbesondere einen elektronischen. Die Einsatzmöglichkeiten der Brennstoffzelle nach der Erfindung können durch diese Maßnahme deutlich erhöht werden.

In konstruktiver Ausgestaltung kann vorgesehen sein, dass jedes Segment für sich ausgebildete Wände aufweist, in einem Querschnitt ringförmig geschlossen umlaufend und die

Elektroden einfassend, und infolgedessen zwei beabstandete Trennwände zwischen zwei benachbarten Segmenten ausbildend. Diese Wände, elektrisch leitend, können auch als Gegenelektrode herangezogen werden. Durch die Beabstandung ist weiter eine elektrische Isolation regelmäßig nicht von Nöten. Die Ausbildung zweier beabstandeter Trennwände zwischen zwei benachbarten Sektoren kann jedoch auch immer dann zweckmäßig sein, wenn gleichsam ein inaktiver Bereich eines Elektrolyten zwischen diesen Trennwänden geschaffen werden soll. Solche vorzugsweise elektrisch nichtleitende Trennwände weisen dann regelmäßig eine gesondert ausgebildete Gegenelektrode auf.

Alternativ besteht die Möglichkeit, dass benachbarte Segmente eine gemeinsame Trennwand aufweisen, die dann im Kern regelmäßig aus einem elektrisch isolierenden Material besteht.

Von Vorteil ist weiter, dass Trennwände undicht ausgebildet sein können, bishin, dass Trennwände mit Durchbrechungen versehen sind, die insbesondere bei der Ausbildung von zwei Trennwänden miteinander korrespondieren, sich unmittelbar gegenüberliegen. Insbesondere sind aufwendige Dichtungsmaßnahmen bei gemeinsamen Trennwänden so auch vermieden und ist unter den Segmenten auch ein Austausch eines Elektrolyten oder dergleichen möglich.

Bei der Brennstoffzelle nach der Erfindung ist weiter bevorzugt, dass eine gemeinsame Trennwand zweier benachbarter Segmente beidseits eine Gegenelektrode aufweist, jeweils eine einem der Segmente zugeordnet. Jedes Segment von kreisringförmigen Querschnitt weist mithin zwei schräg gegenüberliegende Gegenelektroden auf.

In konstruktiver Ausgestaltung weist eine derartige Gegenelektrode ein Trägerblech auf, das mit einer gitterartigen Halterung für einen Katalysator belegt ist. Solch eine gitterartige Halterung kann ein Streckmetall, ein Metallgitter, ein Metallgewebe oder ein vergleichbar poriges Material sein, an bzw. in dem ein Katalysator von kristalliner Struktur leicht Halt findet.

Dem vergleichbar weist auch die Kapillare bevorzugt eine gitterartige, mit einem Katalysator belegte Seele auf, die ringförmig von einer Membran umgeben ist. Jedoch sind vielfältige Varianten für die Kapillare möglich, wie sie beispielsweise auch in der WO 02/15318 beschrieben sind.

Insbesondere sind die Seele, das Trägerblech und/oder die gitterartige Halterung aus Titan.

Bei einer Ausführungsform der Brennstoffzelle ist vorgesehen, dass die Kapillaren endseitig offen und frei zugänglich von einem Gas durchströmt werden. D.h. dies, dass die Enden der Kapillaren an beiden Enden der Reaktionsräume der Segmente begrenzende Gehäusewände, Kopfplatten oder dergleichen durchsetzen und vor diesen offen verbleiben.

Bei einer weiter bevorzugten Ausführungsform der Brennstoffzelle ist dann vorgesehen, dass die Kapillaren von Luft durchströmt werden und dass einerseits der Kapillaren durch ein Gehäuse ein Druckraum ausgebildet ist, in dem die Kapillaren offen enden, und der mittels eines Lüfters mit Umgebungsluft beaufschlagt ist. Zwar kann grundsätzlich ein Gas als Brennstoffkomponente unter einer hohen Druckbeaufschlagung durch die Kapillaren gepresst werden, jedoch steht eine solche druckbeaufschlagte Brennstoffkomponente nicht überall zur Verfügung. Im Hinblick auf einen möglichst freizügigen Einsatz und geringe Kosten

reicht bei der Brennstoffzelle nach der Erfindung in vorteilhafter Weise der geringe Druckunterschied, der durch den Lüfter aufgebaut wird, um Luft durch die Kapillaren zu leiten.

5

In weiterer Ausgestaltung der Brennstoffzelle ist vorgesehen, dass zwischen benachbarten Kanten oder Spitzen von Segmenten eine gemeinsame, geschlossen endende Versorgungsleitung für eine Brennstoffkomponente vorgesehen ist und dass die  
10 Versorgungsleitung in Reaktionsräumen der Segmente mit Durchbrechungen für einen Austritt der Brennstoffkomponente versehen ist. Auf Grund der Versorgungsleitung erfolgt eine zentrale Versorgung mehrerer bis hin zu allen Reaktionsräumen einer Brennstoffzelle mit einer Brennstoffkomponente, wobei  
15 die Versorgungsleitung zumindest teilweise einen solchen Reaktionsraum mit begrenzt, insbesondere die Kanten oder Spitzen derselben zumindest mit ausbildet.

Vergleichbar ausgebildet ist eine Abgasleitung, die in  
20 Reaktionsräumen der Segmente mit Durchbrechungen für einen Eintritt eines gasförmigen Verbrennungsrückstandes versehen ist und die außerhalb der Brennstoffzelle mündet. Zweckmäßigerweise ist auch die Abgasleitung zentral ausgebildet und stellt sich insbesondere als Fortsetzung der  
25 Versorgungsleitung dar. Jedoch sind naturgemäß beide Leitungen gegeneinander abgeschlossen.

Um sicherzustellen, dass die Brennstoffkomponente auch in die Reaktionsräume eintritt, kann vorgesehen sein, dass an die  
30 Versorgungsleitung wenigstens eine Pumpe angeschlossen ist und dass die Pumpe in einem dem Druckraum gegenüberliegenden Pumpenraum eines Gehäuses angeordnet ist, mithin die Reaktionsräume zwischen Druckraum und Pumpenraum angeordnet sind. Der Druckaufbau durch die Pumpe innerhalb der  
35 Versorgungsleitung ist derart zu bemessen, dass der Eintritt

der Brennstoffkomponente in die Reaktionsräume sichergestellt wird. Diese Pumpe ist zweckmäßigerweise in einem dem Druckraum gegenüberliegenden Pumpenraum eines Gehäuses angeordnet, womit die Brennstoffzelle nach der Erfindung eine  
5 äußerst kompakte, längsorientierte Bauform aufweist.

Ist die durch die Versorgungsleitung in die Reaktionsräume eingebrachte Brennstoffkomponente ein Brennstoffgemisch, so können Einzelkomponenten des Brennstoffgemischs jeweils  
10 mittels einer regelbaren Pumpe in die Versorgungsleitung eingespeist werden, wobei eine Steuerungsvorrichtung die Anteile der Einzelkomponenten an dem Brennstoffgemisch optimal einstellend die Pumpen regelt. Hierbei ist insbesondere an ein Brennstoffgemisch von Wasser und Methanol  
15 gedacht und wird die Brennstoffzelle nach der Erfindung bevorzugt als Direktmethanolbrennstoffzelle betrieben.

Für das Konzept einer kostengünstig erstell- und betreibbaren Brennstoffzelle ist diese zweckmäßigerweise für einen Betrieb  
20 mit vertikal aufgehenden Kapillaren und mit einem oben liegenden Druckraum ausgebildet. In Folge dieser Maßnahme wird die Brennstoffzelle nach der Erfindung weitgehend als offenes System gestaltet und kann mithin auf viele druckdichte Anschlüsse verzichtet werden. Insbesondere wird  
25 es bei einem derartigen Betrieb durch die Schwerkraft auch ermöglicht, dass eine aus den Kapillaren austretende flüssige Phase, beispielsweise Kondenswasser oder dergleichen, ggfls. auch ein Verbrennungsprodukt, in einem unterseitigen Auffangraum aufgefangen und abgeführt werden oder kann,  
30 ggfls. nach einer Aufbereitung, auch dem Verbrennungsprozess erneut zugeführt werden kann.

In einer speziellen Ausführungsform als Direktmethanol-Brennstoffzelle sind die Reaktionsräume mit saurem Methanol  
35 gefüllt, wobei bevorzugt jedoch über dem Flüssigkeitsstand

des sauren Methanols ein Freiraum verbleibt, in dem sich ein gasförmiger Verbrennungsrückstand, bspw. CO<sub>2</sub>, sammeln kann und der von dort über die Abgasleitung nach außen abgeführt wird. Entsprechend ist der Füllstand der Reaktionsräume mit

5 Füllstandsgebern überwacht, so dass ein zu hoher und ein zu niedriger Füllstand sicher erkannt wird. Tritt solches ein, wird zweckmäßigerweise der Verbrennungsprozess in der Brennstoffzelle unterbunden.

10 In weiterer konstruktiver Ausgestaltung der Brennstoffzelle ist vorgesehen, dass die Segmente innerhalb eines zylindrischen Gehäuses angeordnet sind und das Gehäuse axial von den Kapillaren durchsetzten Kopfplatten geschlossen ist. Insbesondere kann dabei daran gedacht sein,

15 dass durch die Kopfplatten die Elektroden der Kapillaren auch elektrisch verschaltet werden. Zweckmäßigerweise kann weiter vorgesehen sein, dass die Kopfplatten die Anordnung der Trennwände der Sektoren aufgreifend gleichfalls mit Trennstäben versehen sind, zwischen denen eine die Kapillaren

20 des darunterliegenden Sektors einfassende Füllung angeordnet ist. Ebenso kann die Füllung gesondert ausgebildete Wände der Sektoren halten, bspw. gegen die Trennstäbe, und sind die elektrischen Anschlüsse der Gegenelektroden aus den Sektoren heraus bevorzugt durch die Kopfplatten geführt und über

25 denselben gleichfalls verschaltet.

Für ein Festlegen von Trennwänden zwischen zwei Sektoren werden bevorzugt die Kopfplatten auf ihren die Reaktionsräume axial abschließenden Seiten Nuten für die Aufnahme der

30 Trennwände aufweisen. Ohne große konstruktive Maßnahmen sind so die Trennwände sicher gehalten. Weitergehende Abdichtungsmaßnahmen sind, wie eingangs erläutert, nicht von Nöten.



Um die elektrischen Anschlüsse der Gegenelektroden aus den Reaktionsräumen der Sektoren zu führen, kann weiter vorgesehen sein, dass eine Trennwand zwei vorstehende, beidseits mit einem Ansatz des Trägerblechs versehene Anschlussstücke aufweist, die beide das Gehäuse axial abschließende Kopfplatten durchsetzen.

In konstruktiver Ausgestaltung ist das Gehäuse mit Flanschen versehen für den Anschluss des Druckraum-Gehäuses und der entgegengesetzt angeordneten Räume. In einfacher Weise kann durch ein deckelartig ausgebildetes Druckraum-Gehäuse der Druckraum von der Umgebung abgeschlossen werden. Entgegengesetzt angeordnet können, bei geeigneter Gestaltung der Flanschanschlüsse, weitere Räume in der benötigten Anzahl und ggfls. auch weitere Brennstoffzellen nach der Erfindung noch angeschlossen werden.

Die Erfindung wird anhand der Zeichnungen näher erläutert, in der lediglich schematisch Ausführungsbeispiele dargestellt sind. In der Zeichnung zeigt:

Fig. 1: eine erste Ansicht von Sektoren,

Fig. 2: einen Schnitt gemäß der Linie II, II in Fig. 1,

Fig. 3: eine Ansicht gemäß des Pfeils III in Fig. 1,

Fig. 4: eine vergrößerte Darstellung des Ausschnittes IV in Fig.3,

Fig. 5: eine Explosionszeichnung der Anordnung der Segmente nach Fig. 1,

Fig. 6: eine isometrische Darstellung der Segmente,

Fig. 7: eine erste Außenansicht eines zweiten Ausführungsbeispiels einer Brennstoffzelle nach der Erfindung,

5 Fig. 8: eine Ansicht gemäß des Pfeils VIII in Fig. 7,

Fig. 9: einen Schnitt gemäß der Linie IX, IX in Fig. 8,

Fig. 10: einen Schnitt gemäß der Linie X, X in Fig. 7,

10

Fig. 11: eine vereinfachte isometrische Darstellung der Halterung von Kapillaren,

Fig. 12: eine gemeinsame Trennwand von zwei Sektoren,

15

Fig. 13: eine isometrische Darstellung eines Sektoren aufnehmenden Gehäuses mit Blick auf eine Kopfplatte,

20 Fig. 14: einen Horizontalschnitt durch die Sektoren eines weiteren Ausführungsbeispiels

Fig. 15 einen weiteren Horizontalschnitt durch einen Druckraum des letzten Ausführungsbeispiels.

25

Fig. 1 zeigt ein zylindrisches Gehäuse 1, in dem sechs gleichartig aneinander grenzende Segmente 2-7 mit einer Vielzahl von von einer Brennstoffkomponente an- und/oder durchströmten Kapillaren 8 vorgesehen sind, jeweils in Bündeln angeordnet, vergleiche Fig. 3.

30

Die Kapillaren 8 weisen radial innenliegend ein hier kleeblattförmiges Profil 9 auf, das von einer gitterartigen Struktur als Elektrode 10 umhüllt ist, die ihrerseits radial außenliegend mit einem Katalysator 11 versehen ist. Eine

35

Membran 12 schließt den Aufbau einer Kapillare 8 radial außen liegend ab. Da das Profil 9 aus einem die Kapillare 8 stützenden und elektrisch leitenden Material ist, insbesondere aus einem Metall wie vorzugsweise Titan, kann  
5 das elektrische Potential an der gitterartigen Struktur wie auch an dem Profil 9 selbst als beiderends herausgeführte Elektrode 10 abgegriffen werden.

Die Elektroden 10 bzw. hier auch die Profile 9 eines jeden  
10 Segments 2 bis 7 sind beiderends, im wesentlichen auch auf gleichem elektrischen Potential liegend, elektrisch parallel verschaltet, beispielsweise dargestellt in Fig. 3 bei den Segmenten 3, 5 und 7.

Bei dem ersten Ausführungsbeispiel weist jedes Segment 2 bis  
15 7 für sich ausgebildete Wände 13 bis 18 auf, ringförmig in der Ansicht gem. Fig. 3 um die Kapillaren 8 eines jeden Segments 2-7 umlaufend, so dass zwei beabstandete Trennwände 19, 20 beispielsweise zwischen den Segmenten 5 und 6  
20 ausgebildet werden, vgl. auch Fig. 6.

Die elektrisch leitenden Wände 13 bis 18 selbst bilden die Gegenelektroden aus und zeigen die Segmente 3, 5, 7 in Fig. 3 eine Verschaltung der parallel geschalteten Elektroden 10 der  
25 Kapillaren 8 der Segmente 3, 5, 7 gegen Anschlußstege der als Gegenelektroden ausgebildeten Wände 13, 15, 17 der jeweils benachbarten Segmente 2, 4 und 6.

Das Gehäuse 1 ist axial beiderends von Kopfplatten 21, 22  
30 geschlossen, die von den Kapillaren 8 durchsetzt werden und die offen und frei enden. Die Kopfplatten 21, 22, gleichartig ausgebildet, greifen die Anordnung der Trennwände 19, 20 zwischen benachbarten Segmenten 5, 6 auf und sind gleichfalls mit speichenartigen Trennstegen 23, 24 versehen. Zwischen den  
35 Trennstegen 23, 24 und einem äußeren Ring der Kopfplatte 21

eingefasst, durchsetzt passgenau die Wand 16 die Kopfplatte 21. Axial abgeschlossen wird ein darunterliegender Reaktionsraum durch eine die Kapillaren 8 einfassende und haltende Füllung 25.

5

Von den Kopfplatten 21,22 sind die Wände 13-18 der Segmente 2-7 von der Innenwand 96 des Gehäuses 1 beabstandet gehalten. Darüber hinaus sind die beiden zwischen den einzelnen Segmenten 2 bis 7 ausgebildeten Trennwände 26,27, wie auch

10 die übrigen, vergleiche Fig. 5, mit vorzugsweise gegenüberliegenden Durchbrechungen 28,29 versehen, so dass ein Strömungsaustausch eines Elektrolyten innerhalb des Gehäuses 1 und der Segmente 2-7 weitgehend möglich ist.

15

Anhand der Figuren 7 bis 13 wird ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel weiter erläutert, das hier bspw. als Direktmethanol-Brennstoffzelle ausgelegt ist.

20

Die Brennstoffzelle 30 gemäß Fig. 7 ist von im wesentlichen zylindrischer Gestalt. Die Reaktion erfolgt innerhalb eines zylindrischen Gehäuses 31, vergleiche auch Fig. 13, das endseitig mit Flanschen 32, 33 für weitere Anbauteile versehen ist.

25

Bei der Brennstoffzelle 30 sind wieder eine Vielzahl von Kapillaren 34 in sechs Segmenten 35 bis 40 gebündelt, vgl. Fig. 11. Die gleichartig ausgebildeten Kapillaren 34 weisen eine gewendelte Seele als Elektrode 41 auf, bevorzugt wird jedoch eine rohrartige, deren Mantel gitterartig ausgebildet

30 und mit einem Katalysator belegt ist und die aus einem Titanstreckmetall oder einem Titangewebe bevorzugt besteht. Letztlich ist die Elektrode ringförmig von einer Membran 42 umgeben ist. Bei dem hier vorliegenden Ausführungsbeispiel einer Direktmetanolbrennstoffzelle stellt diese Elektrode

35 eine Kathode dar.

Die Seelen der Kapillaren 34 sind als Elektroden 41 beiderends bei diesem Ausführungsbeispiel im wesentlichen auf gleichem Potential liegend elektrisch parallel geschaltet.

Alternativ kann vorgesehen sein, dass die Elektroden 41 eines Segments 35-40 beiderends parallel geschaltet sind und jeweils gegen die gleichen Gegenelektroden, bei der hier beschriebenen Betriebsart die Anoden, benachbarter Segmente.

Dabei hat es sich als zweckmäßig erwiesen, für das Verschalten einen Schalter vorzusehen, insbesondere einen elektrischen/elektronischen, womit die Spannung oder die Leistungsfähigkeit durch ein Hintereinander- bzw. durch ein Parallelschalten frei variiert werden kann.

Die Segmente 35 bis 40 sind durch jeweils gemeinsame Trennwände 43,44, vergleiche Fig. 9, speichenartig voneinander getrennt, wobei Dichtungsmaßnahmen nicht von Nöten sind.

Die in Fig. 12 dargestellte Trennwand 45 ist beiderseits mit gleichartig ausgebildeten Gegenelektroden 46,47 auf einem elektrisch nicht leitenden Kern 58 versehen. Die Gegenelektrode 46 weist auf einem Trägerblech 48 eine gitterartigen Halterung 49 für einen Katalysator auf, die insbesondere aus einem Streckmetall oder einem Gewebe aus Titan besteht.

In Folge dessen wird jedes Bündel von Kapillaren 34 eines Segments 35-40 von zwei schräg gegenüberliegenden Gegenelektroden jeweils eingefasst.

Für einen elektrischen Anschluß der Gegenelektroden 46,47 weisen die Trennwände 45 gegenüberliegende, axial vorstehende

und beidseits mit einem Ansatz 50,51 des Trägerblechs 48  
versehene Anschlussstücke 52,53 auf. Die Trennwände 45 sind,  
gemeinsam mit den Kapillaren 34, in Kopfplatten 54,55  
gehalten und durchsetzen diese. Für ein Halten der Trennwände  
5 45 sind darüber hinaus die Kopfplatten 54,55 speichenartig  
mit Nuten 56,57 versehen. Durch rechteckige Durchbrechungen  
59 werden die Anschlussstücke 53 der Elektroden 46,47  
herausgeführt, vgl. Fig. 11.

10 Die Schnitte gemäß den Figuren 9 und 10 zeigen, dass auch die  
Kapillaren 34 die Kopfplatten 54,55 durchsetzen und diesen  
offen vorstehen. Mittels als Platinen ausgebildeten  
Kopfstücken 93,94 erfolgt die Verschaltung der Elektroden 41  
und/oder der Anschlussstücke der Gegenelektroden, vgl. die  
15 Anschlussstücke 86-89 der Trennwänden 43,44 gemäß des  
Schnitts in Fig. 9.

Die endseitig offen Kapillaren 34 können von einem Gas  
durchströmt werden, hier von Luft. Um ein sicheres  
20 Durchströmen zu gewährleisten, ist am oberen Ende der  
Kapillaren ein Druckraum 60 ausgebildet. Beim  
Ausführungsbeispiel sorgt ein Lüfter 61 unter einer  
Durchbrechung 80 des Druckraum-Gehäuses 81 für einen, wenn  
auch geringen, Überdruck in dem Druckraum 60 gegenüber dem  
25 Umgebungsdruck. Dieser ist jedoch völlig ausreichend, dass  
die Kapillaren 34 von Luft durchströmt werden, die danach in  
einem Raum 62 austritt und über Durchbrechungen 63 eines  
Gehäuses 64 in die Umgebung entweicht. Das Druckraum-Gehäuse  
81 ist hutartig ausgebildet und gegen den oberen Flansch 32  
30 des Gehäuses 31 festgelegt, wobei übliche Dichtungsmaßnahmen  
in Form eines O-Rings 95 noch vorgesehen sein können.

Der Raum 62 kann weiter als Auffangraum für eine aus den  
Kapillaren 34 austretende flüssige Phase 65 dienen, bspw.  
35 hier Kondenswasser, aber auch für ein mögliches

Verbrennungsprodukt bei einer anders konfigurierten Brennstoffzelle. Ggfls. kann hierzu unterhalb des Raums 62 ein zusätzlicher Sammelraum auch vorgesehen sein. Das Kondenswasser kann entsorgt oder alternativ, ggfls. nach  
5 einer Aufbereitung, als Brennstoffkomponente in den Verbrennungskreislauf wieder eingeschleust werden.

Bei der Brennstoffzelle 30 wird nämlich ein Brennstoffgemisch, bestehend aus Wasser und Methanol,  
10 verwendet. Dieses Brennstoffgemisch wird über eine gemeinsame, geschlossen endende Versorgungsleitung 66 Reaktionsräumen 68,69 der Segmente zugeführt, wozu die Versorgungsleitung 66 mit Durchbrechungen 67 versehen ist und die Spitzen der Segmente mit ausbildet. Die Reaktionsräume  
15 68,69 sind mit saurem Methanol 70,71 als Elektrolyt gefüllt. Damit nun das Brennstoffgemisch sicher in die Reaktionsräume 68,69 gelangt, sind für jede Brennstoffkomponente, Wasser und Methanol, jeweils eine Pumpe 72,73 in einem Pumpenraum 75 vorgesehen. Während Methanol von außen über einen  
20 Anschlussstutzen 74 in das System gelangt, kann die flüssige Phase 65, wenn Wasser, insbesondere jedoch Wasser aus einem gesondert ausgebildeten Tank, bspw. in einem Raum 76, dem Verbrennungsprozess zugeführt werden.

25 Der Pumpenraum 75 ist gegenüberliegend dem Druckraum 60 angeordnet, womit diese beiden Räume 75,60 das Gehäuse 31 mit den darin befindlichen Reaktionsräumen zwischen sich einfassen.

30 Eine in einem weiteren Raum 77 vorgesehene, weiter nicht dargestellte Steuervorrichtung kann die Anteile der Einzelkomponenten, hier von Wasser und Methanol, des Brennstoffgemisch optimal durch Regeln der Pumpen 72,73 einstellen.

Die Räume 62,75,76 und 77 sind schachtelartig ineinander  
gesetzt und mittels einer Endplatte 78 und hier vier  
Schrauben 79 gegen den unteren Flansch 33 des Gehäuses 31  
verspannt. Weitere Räume oder auch Lüfter für eine Kühlung  
5 der Elektronik der Steuerung sind aufgrund des Bauprinzips  
anschließbar. Ggfls. kann auch eine weitere Brennstoffzelle  
angeschlossen werden, wobei jedoch dann für einen  
ausreichenden Abstand zu sorgen ist, damit Luft durch die  
Durchbrechung 79 in dem Druckraum-Gehäuse 81 in den Druckraum  
10 60 eintreten kann.

Die Brennstoffzelle 30 ist für einen Betrieb mit  
ausschließlich vertikal aufgehenden Kapillaren und einem oben  
liegenden Druckraum 60 ausgebildet. Da das saure Methanol  
15 70,71 die Reaktionsräume 68,69 nicht bis zur Kopfplatte 54  
auffüllt, verbleibt über dem sauren Methanol 70,71 jeweils  
ein Freiraum 82,83. In diesen Freiräumen 82,83 sammeln sich  
gasförmige Reaktionsprodukte, hier in Form von  $\text{CO}_2$ , die über  
eine mit Durchbrechungen 85 versehene Abgasleitung 84 ins  
20 Freie entlassen werden.

Wie die Schnitte gemäß den Figuren 9 und 10 weiter zeigen,  
setzt die Abgasleitung 84 die Versorgungsleitung 66 zentral  
zwischen den benachbarten Spitzen der Segmente fort und  
25 bilden die Wände der Versorgungsleitung 66 sowie der  
Abgasleitung 84 eine Berandung der Reaktionsräume 67,68 mit  
aus. Jedoch ist auch zwischen den gemeinsamen Trennwänden 43,  
44 und der Versorgungsleitung 66 bzw. Abgasleitung 84 keine  
besonderen Abdichtungsmaßnahme von Nöten.

Für einen sicheren Betrieb der Brennstoffzelle 30 sind  
weiter Füllstandsgeber 90 bis 93 vorgesehen, die die Füllhöhe  
des Methanols 70,71 in den Reaktionsräumen 68,69 überwachen.  
Da die Trennwände 43,44 "undicht" eingesetzt sind, reicht die  
35 Überwachung der Füllstandshöhe eines einzigen Reaktionsraumes



68. Es ist damit gewährleistet, dass die Freiräume 83,84 über dem sauren Methanol 70,71 vorhanden sind bzw. das eine ausreichende Füllstandshöhe gegeben ist. Wird die eine oder andere Grenze überschritten, wird der Verbrennungsprozess der Brennstoffzelle ausgesetzt.

Der Horizontalschnitt gem. Fig. 14 eines weiteren Ausführungsbeispiels einer Brennstoffzelle nach der Erfindung zeigt wieder sechs Sektoren 100 - 105 mit jeweils Bündeln von Kapillaren 106. Im Unterschied zu dem voranstehend beschriebenen Ausführungsbeispiel sind die Sektoren 100 - 105 durch jeweils zwei Trennwände voneinander getrennt, bspw. die Sektoren 100 und 101 durch die zwei parallelen Trennwände 107,108. Zwischen den Paaren von Trennwänden 107,108 verbleibt ein mit einem Elektrolyten verfüllter Freiraum 109. Dieser Freiraum 109 ist über gegenüberliegende Durchbrechungen 110,111 in den Trennwänden 107,108 zugänglich, womit die Reaktionsräume 112,113 der beiden Sektoren 100,101 auch in Verbindung stehen.

Jede Trennwand 107,108 ist mit einer Gegenelektrode der eingangs erläuterten Art versehen. Kapillaren 206 und Anschlussstücke 114 der Trennwände 107,108 sind endseitig Kopfplatten 115 durchsetzend und frei endend in diesen gehalten, wie der Schnitt durch ein Druckraum-Gehäuse 116 gem. Fig. 15 zeigt.

## Brennstoffzelle

5     **Ansprüche:**

1. Brennstoffzelle, versehen mit einer Vielzahl von von  
einer Brennstoffkomponente an und/oder durchströmten,  
jeweils eine Elektrode aufweisende Kapillaren, dadurch  
gekennzeichnet, dass die Kapillaren (34) in  
aneinandergrenzenden Segmenten (35-40) in Bündeln  
jeweils innerhalb eines Reaktionsraums (68/69)  
angeordnet sind, dass die Elektrode (41) beiderends  
einer jeden Kapillare herausgeführt ist, dass die  
Elektroden (41) der  
Kapillaren (34) eines Segments (35-40) beiderends auf  
im wesentlichen gleichen Potential liegend elektrisch  
verschaltet sind und dass wenigstens ein Wandabschnitt  
(45) eines jeden Segments (35-40) mit einer  
Gegenelektrode (46/47) versehen ist oder diese  
zumindest mit ausbildet.
2. Brennstoffzelle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,  
dass die Segmente (35-40) Kreissegmente sind.
3. Brennstoffzelle nach einem oder mehreren der  
vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die  
Elektroden (10) der Kapillaren (8) eines Segments (3,5,7)  
gegen die Gegenelektrode (13,15,17) eines benachbarten  
Segments (2,4,6) verschaltet sind.
4. Brennstoffzelle nach einem oder mehreren der Ansprüche 1  
und 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektroden (41)  
aller Kapillaren (34) einer Brennstoffzelle (30) jeweils  
endseitig zusammengeschaltet sind.

5. Brennstoffzelle nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Verschaltung durch einen Schalter vorgebbbar ist.

5

6. Brennstoffzelle nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass jedes Segment (2-7) für sich ausgebildete Wände (13-18) aufweist.

10

7. Brennstoffzelle nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zwei beabstandete Trennwände (19,20;107,108) zwischen zwei benachbarten Segmenten (5,6,100,101) ausgebildet sind.

15

8. Brennstoffzelle nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass, benachbarte Segmente (35-40) eine gemeinsame Trennwand (45) aufweisen.

20

25

9. Brennstoffzelle nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Trennwände (19,20;107,108) undicht ausgebildet sind.

30

10. Brennstoffzelle nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Trennwand wenigstens eine gesondert ausgebildete Gegenelektrode aufweist.

35

11. Brennstoffzelle nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

eine gemeinsame Trennwand (45) zweier benachbarter Segmente (35-40) beidseits eine Gegenelektrode (46,47) aufweist.

5

12. Brennstoffzelle nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Gegenelektrode (46) ein Trägerblech (48) aufweist und dass das Trägerblech (48) mit einer gitterartigen Halterung (49) für einen Katalysator belegt ist.

10

13. Brennstoffzelle nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Kapillare eine gitterartige, mit einem Katalysator belegte Seele aufweist, die ringförmig von einer Membran umgeben ist.

15

14. Brennstoffzelle nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Seele, das Trägerblech und/oder die gitterartige Halterung aus Titan ist.

20

15. Brennstoffzelle nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Kapillaren (8;34) endseitig offen und frei zugänglich von einem Gas durchströmt werden,

25

16. Brennstoffzelle nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Kapillaren (34) von Luft durchströmt werden und dass einerseits der Kapillaren (34) durch ein Gehäuse (81) ein Druckraum (60) ausgebildet ist, in dem die Kapillaren (34) offen enden, und der mittels eines Lüfters (61) mit

30

35

Umgebungsluft beaufschlagt ist.

- 5 17. Brennstoffzelle nach einem oder mehreren der  
vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass  
zwischen benachbarten Ecken von Segmenten eine  
gemeinsame, geschlossen endende Versorgungsleitung (66)  
für eine Brennstoffkomponente vorgesehen ist und dass die  
10 Versorgungsleitung (66) in Reaktionsräumen (68,69) der  
Segmente mit Durchbrechungen (67) für einen Austritt der  
Brennstoffkomponente versehen ist.
- 15 18. Brennstoffzelle nach einem oder mehreren der  
vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass  
eine Abgasleitung (84) vorgesehen ist, die in  
Reaktionsräumen (68,69) der Segmente mit Durchbrechungen  
(85) für einen Eintritt eines gasförmigen  
20 Verbrennungsrückstandes versehen ist und die außerhalb  
der Brennstoffzelle (30) mündet.
- 25 19. Brennstoffzelle nach einem oder mehreren der  
vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die  
Versorgungsleitung (66) sich in der Abgasleitung (84)  
fortsetzt.
- 30 20. Brennstoffzelle nach einem oder mehreren der  
vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass an  
die Versorgungsleitung (66) wenigstens eine Pumpe (72,73)  
angeschlossen ist und dass die Pumpe (72,73) in einem dem  
Druckraum (60) gegenüberliegenden Pumpenraum (75) eines  
35 Gehäuses (64) angeordnet ist.
21. Brennstoffzelle nach einem oder mehreren der  
vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die

Brennstoffkomponente ein Brennstoffgemisch ist, dass Einzelkomponenten des Brennstoffgemischs jeweils mittels einer regelbaren Pumpe (72,73) in die Versorgungsleitung (66) eingespeist werden und dass eine  
5 Steuerungsvorrichtung die Anteile der Einzelkomponenten an dem Brennstoffgemisch optimal einstellend die Pumpen (72,73) regelt.

10 22. Brennstoffzelle nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Brennstoffgemisch Wasser und Methanol als Einzelkomponenten aufweist.

15 23. Brennstoffzelle nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Brennstoffzelle (30) für einen Betrieb mit vertikal aufgehenden Kapillaren (34) und mit einem oben liegenden  
20 Druckraum (60) ausgebildet ist.

24. Brennstoffzelle nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass  
25 eine aus den Kapillaren (34) austretende flüssige Phase in einem unterseitigen Auffangraum (62) aufgefangen wird.

30 25. Brennstoffzelle nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die flüssige Phase Wasser ist, das dem Verbrennungsprozess erneut zugeführt wird.

35 26. Brennstoffzelle nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Reaktionsräume (68,69) mit saurem Methanol (70,71)

gefüllt sind.

- 5        27. Brennstoffzelle nach einem oder mehreren der  
vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der  
Füllstand der Reaktionsräume (68,69) mit Füllstandgebern  
(91-93) überwacht wird.
- 10      28. Brennstoffzelle nach einem oder mehreren der  
vorangehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch einen  
Freiraum (82,83) über dem sauren Methanol.
- 15      29. Brennstoffzelle nach einem oder mehreren der  
vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei  
zu hohem oder zu niedrigem Füllstand der  
Verbrennungsprozess abgeschaltet wird.
- 20      30. Brennstoffzelle nach einem oder mehreren der  
vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die  
Segmente (35-40) innerhalb eines zylindrischen Gehäuses  
(31) angeordnet sind und dass das Gehäuse (31) axial von  
25      von den Kapillaren (34) durchsetzte Kopfplatten (54,55)  
geschlossen ist.
- 30      31. Brennstoffzelle nach einem oder mehreren der  
vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die  
Kopfplatten (21,22) die Anordnung der Trennwände (19,20)  
der Sektoren (2-7) aufgreifend gleichfalls mit  
Trennstegen (23,24) versehen sind, zwischen denen eine  
die Kapillaren (8) des darunter liegenden Sektors (5)  
35      einfassende Füllung (25) angeordnet ist.

32. Brennstoffzelle nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass elektrische Anschlüsse (52,53) der Gegenelektroden (46,47) durch die Kopfplatten (54,55) geführt sind.

5

33. Brennstoffzelle nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Kopfplatten (54,55) auf ihren die Reaktionsräume axial abschließenden Seiten Nuten (56,57) für die Aufnahme von Trennwänden (45) aufweisen.

10

34. Brennstoffzelle nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Trennwand (43,44) zwei vorstehende, beidseits mit einem Ansatz des Trägerblechs versehene Anschlussstücke (58,58;59,59) aufweist, die die das Gehäuse (31) axial abschließenden Kopfplatten (54,55) durchsetzen.

15

20

35. Brennstoffzelle nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass jeweils zwei Kopfplatten (54,93;55,94) axial das Gehäuse (31) abschließen.

25

36. Brennstoffzelle nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse (31) mit Flanschen (32,33) versehen ist für den Anschluß des Druckraum-Gehäuses (81) und der entgegengesetzt angeordneten Räume (62,75,76,77).

30



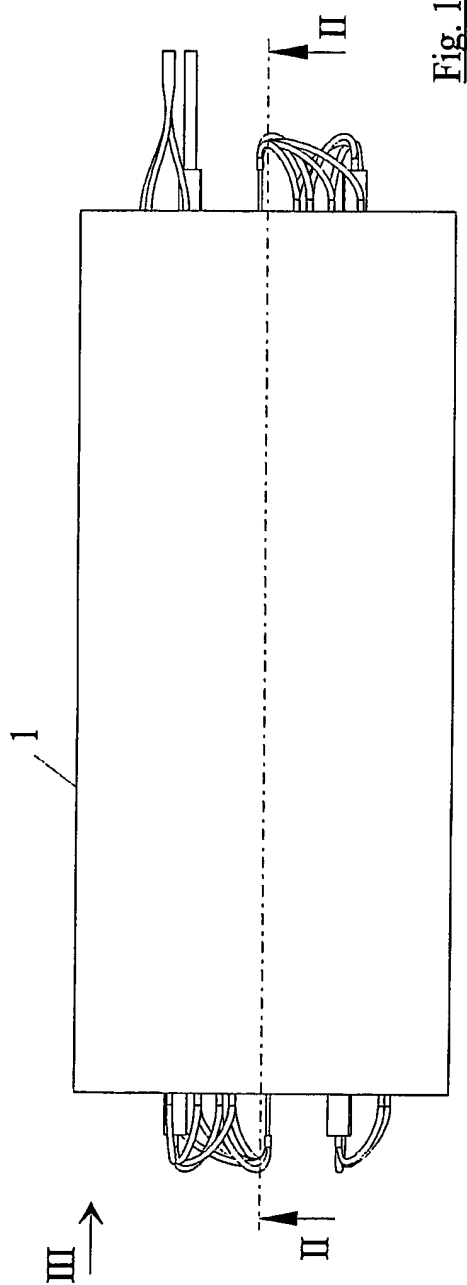


Fig. 1

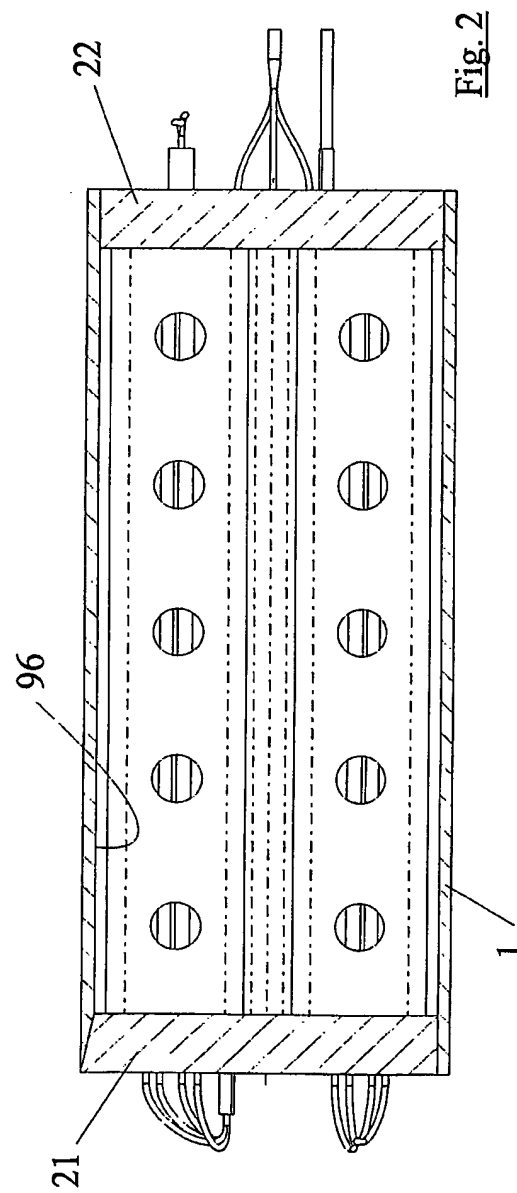
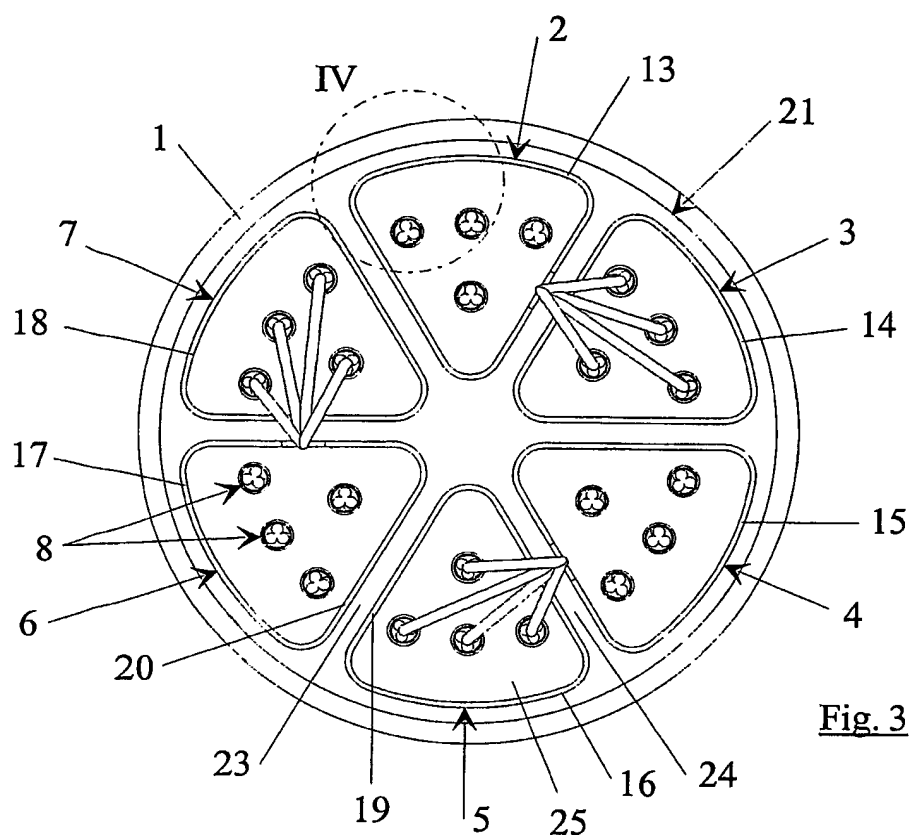
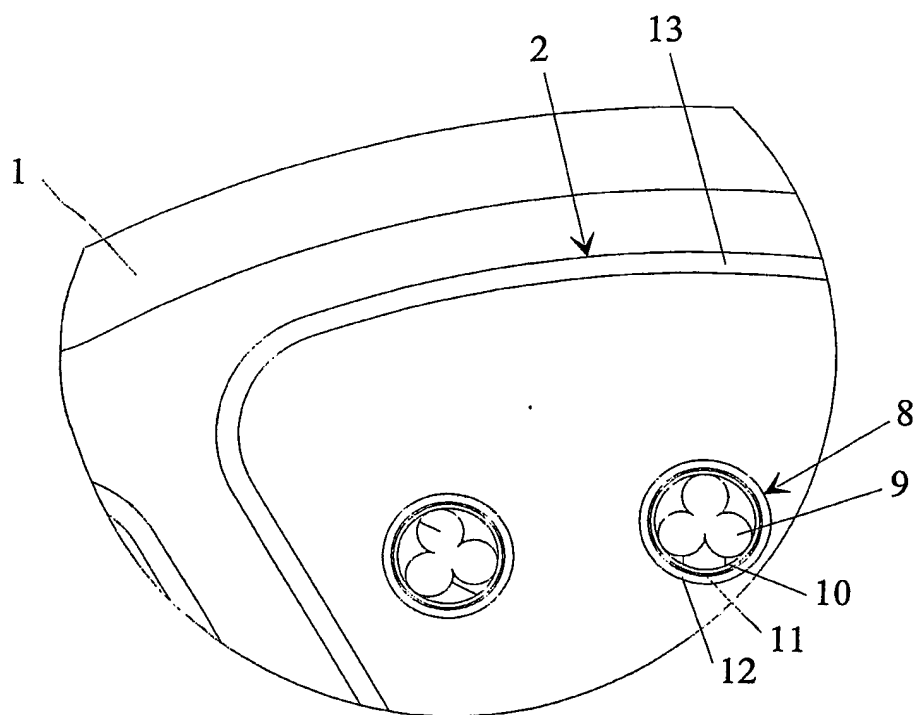


Fig. 2



**Fig. 3**



**Fig. 4**

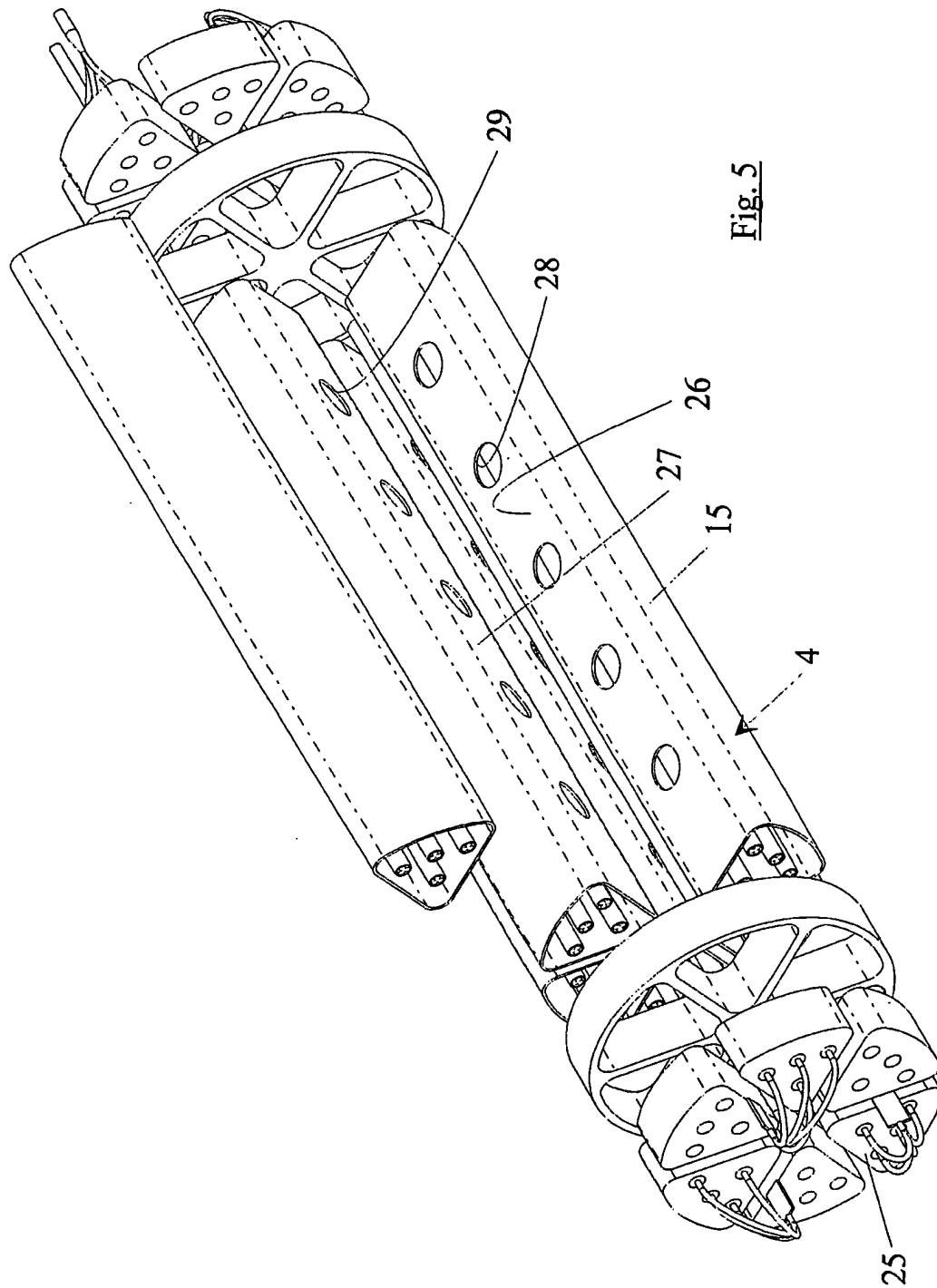
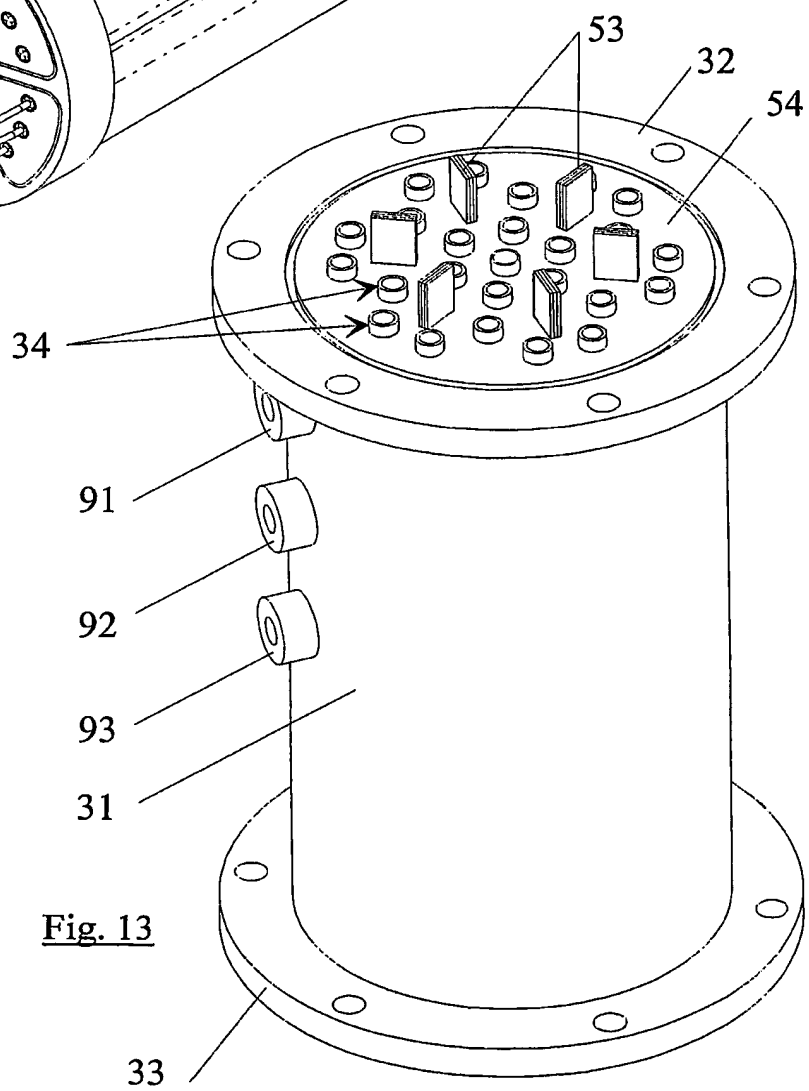
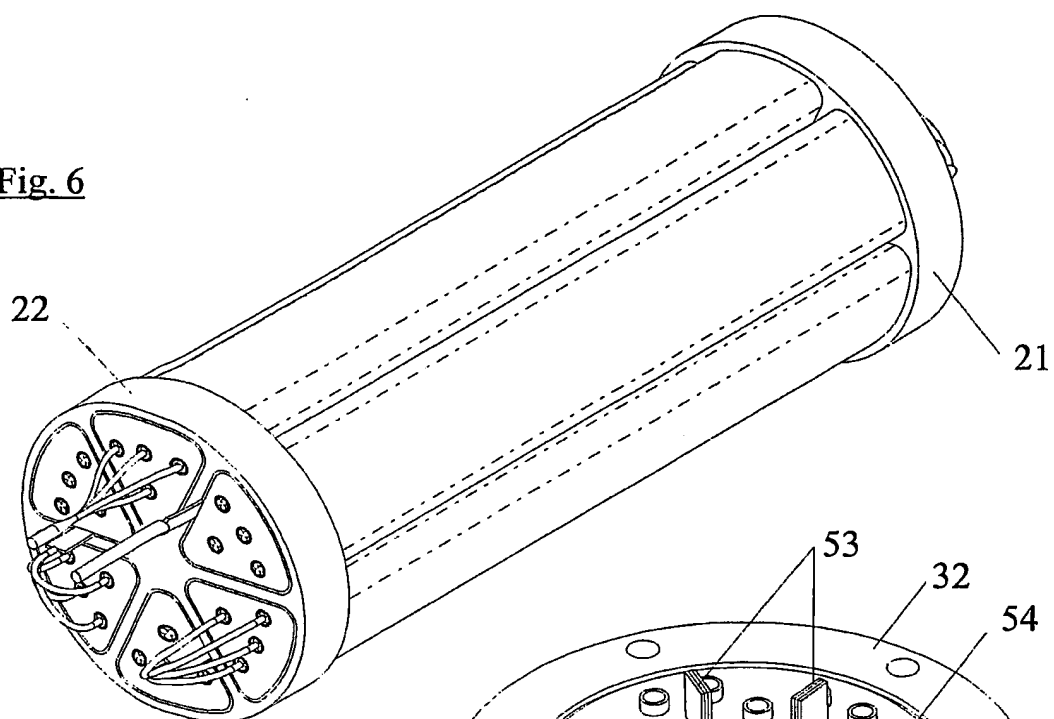


Fig. 5

Fig. 6

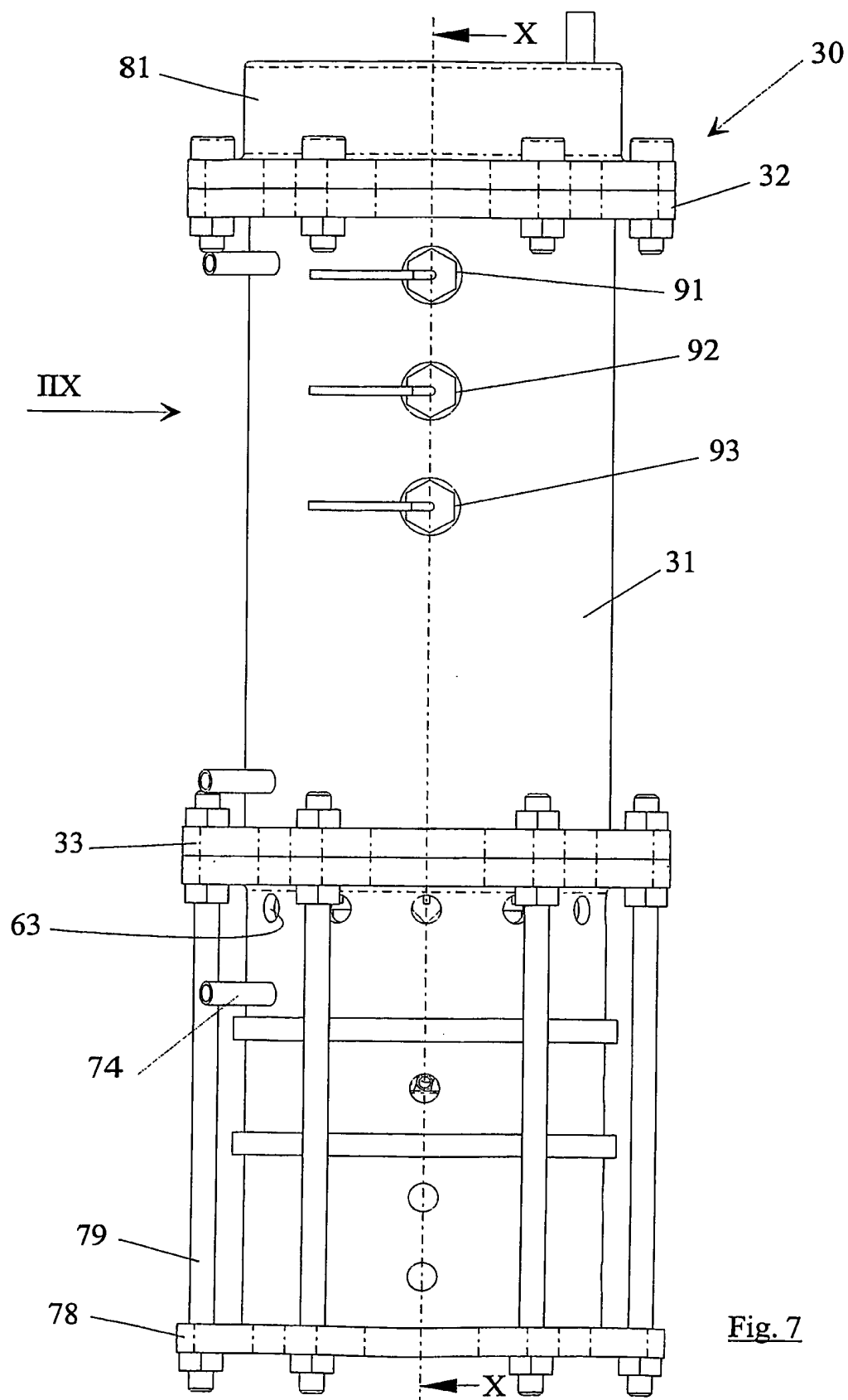
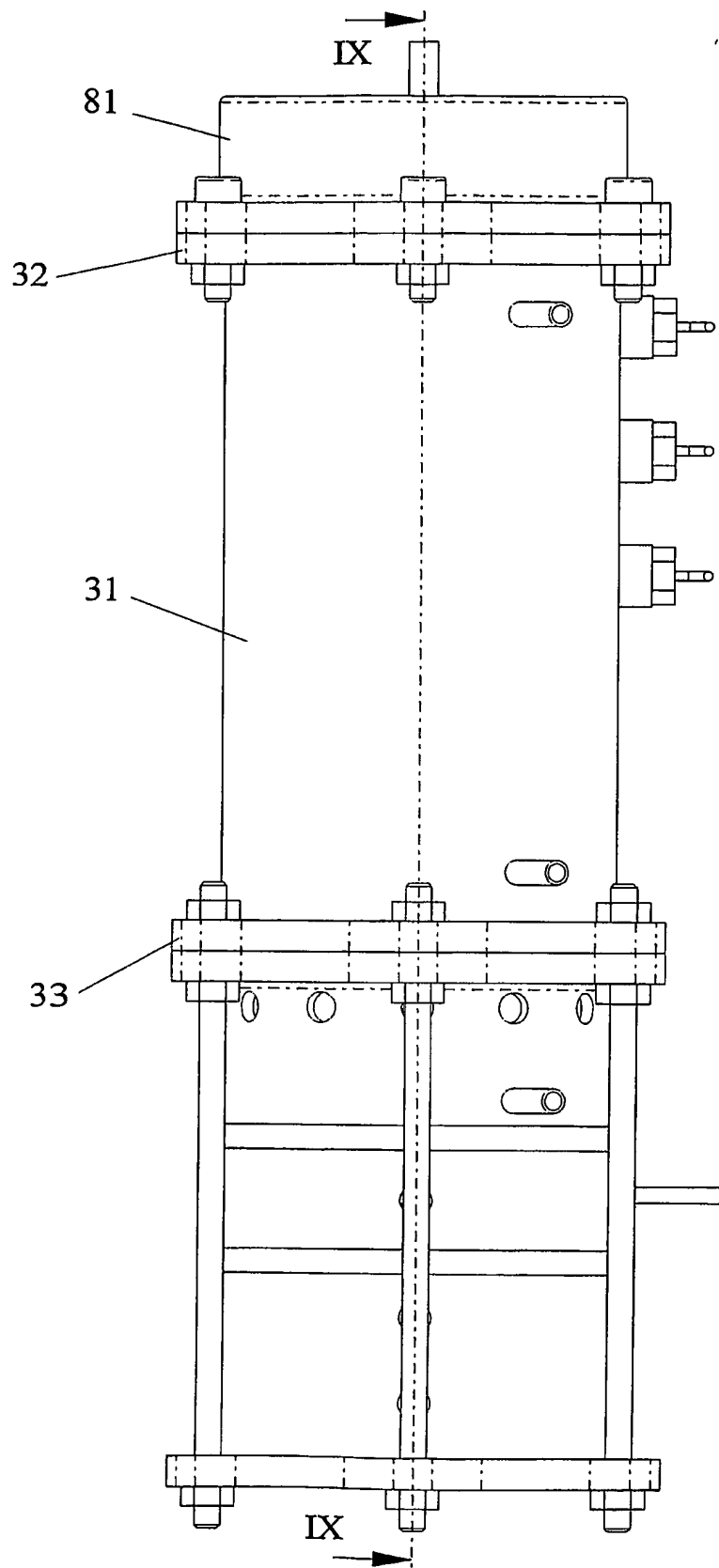
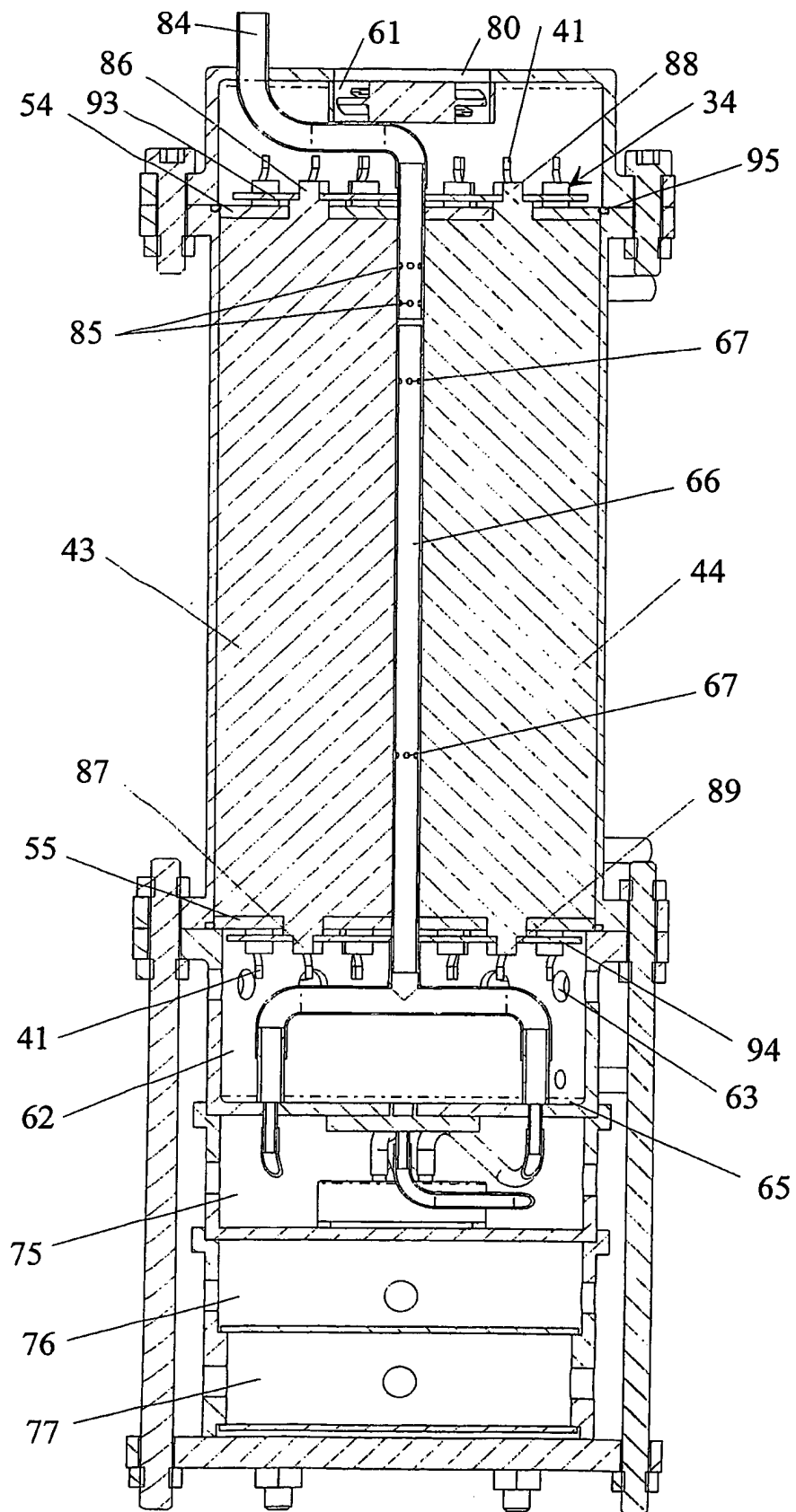


Fig. 7

Fig. 8

**Fig. 9**

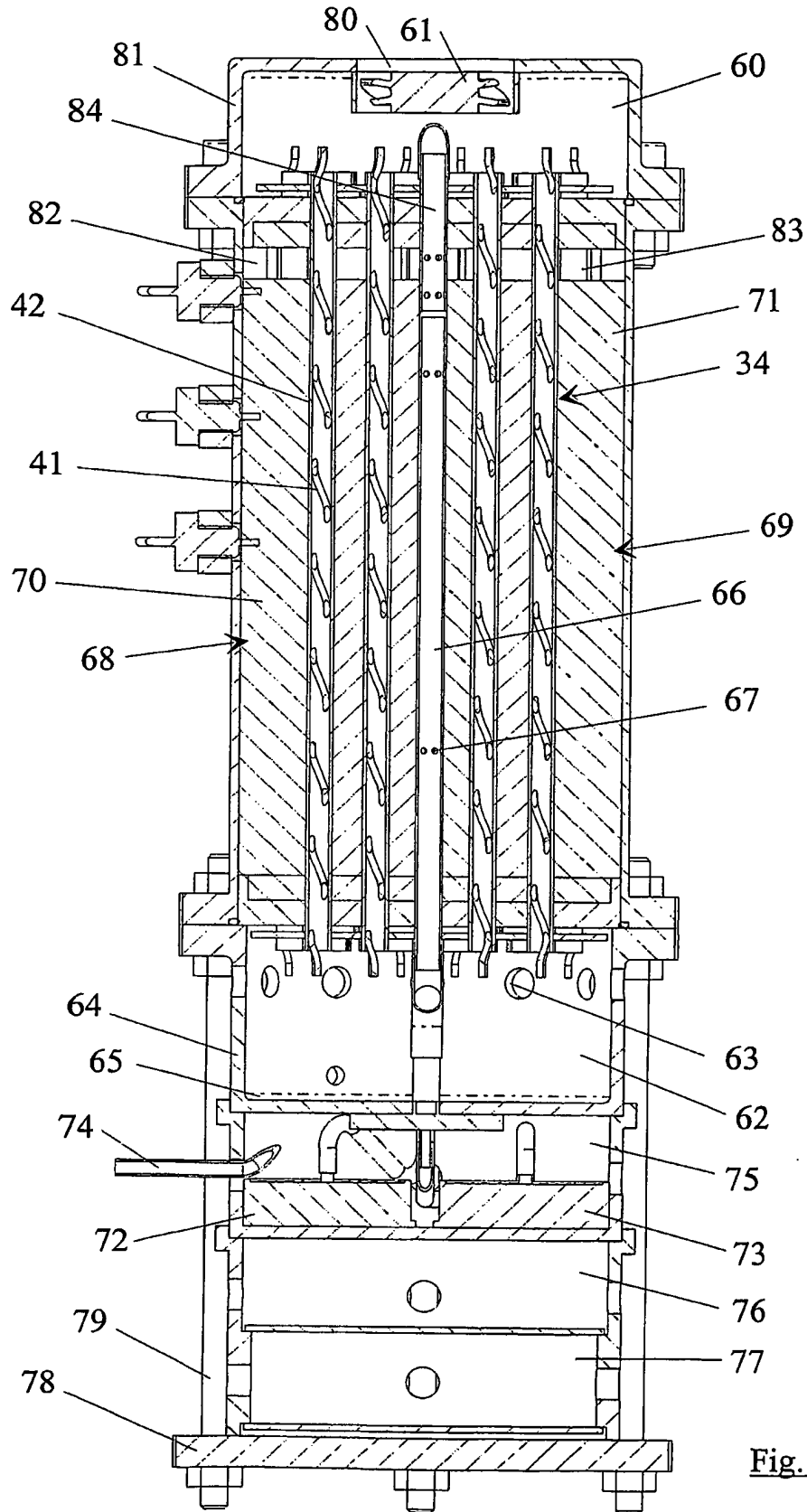
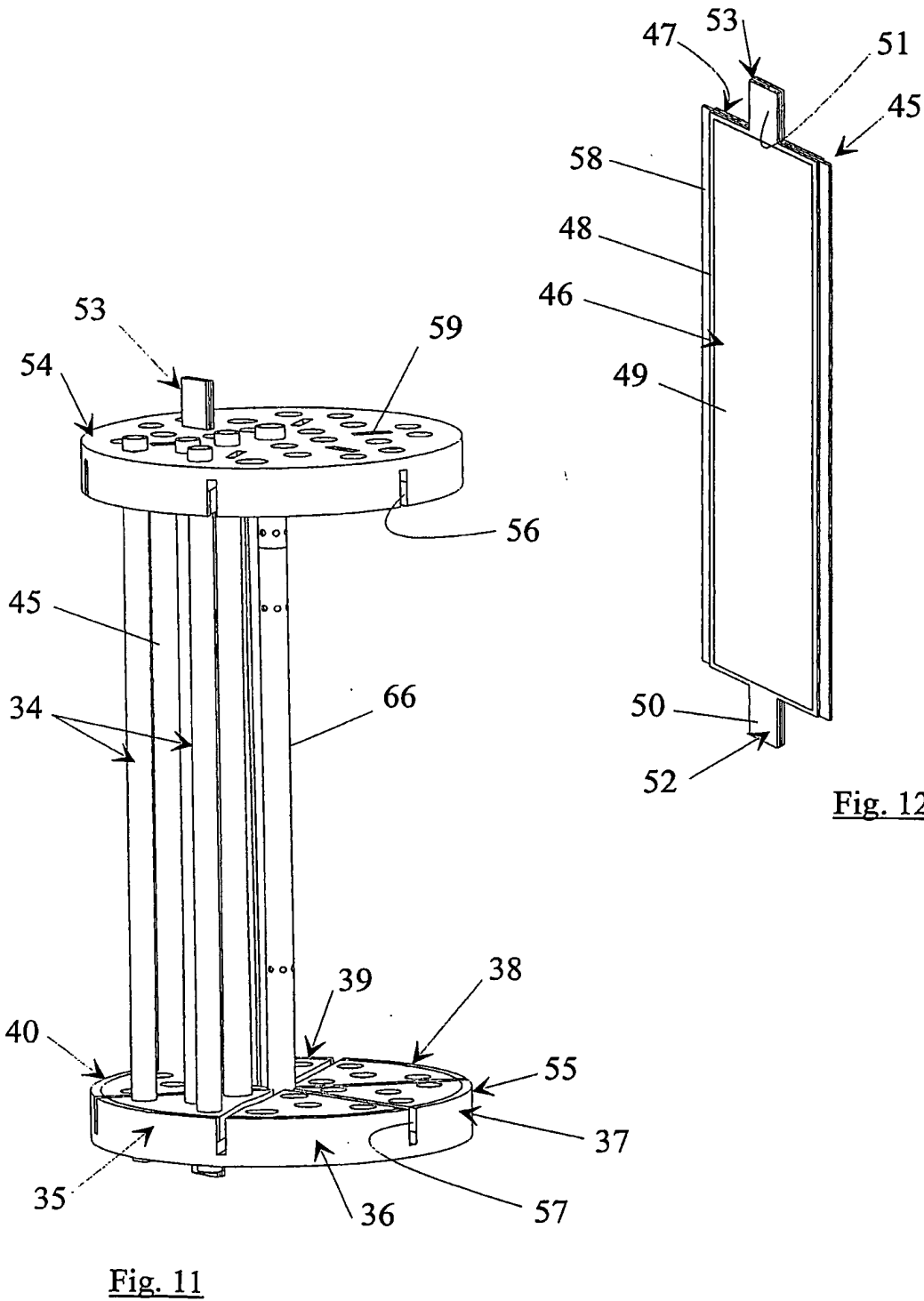


Fig. 10





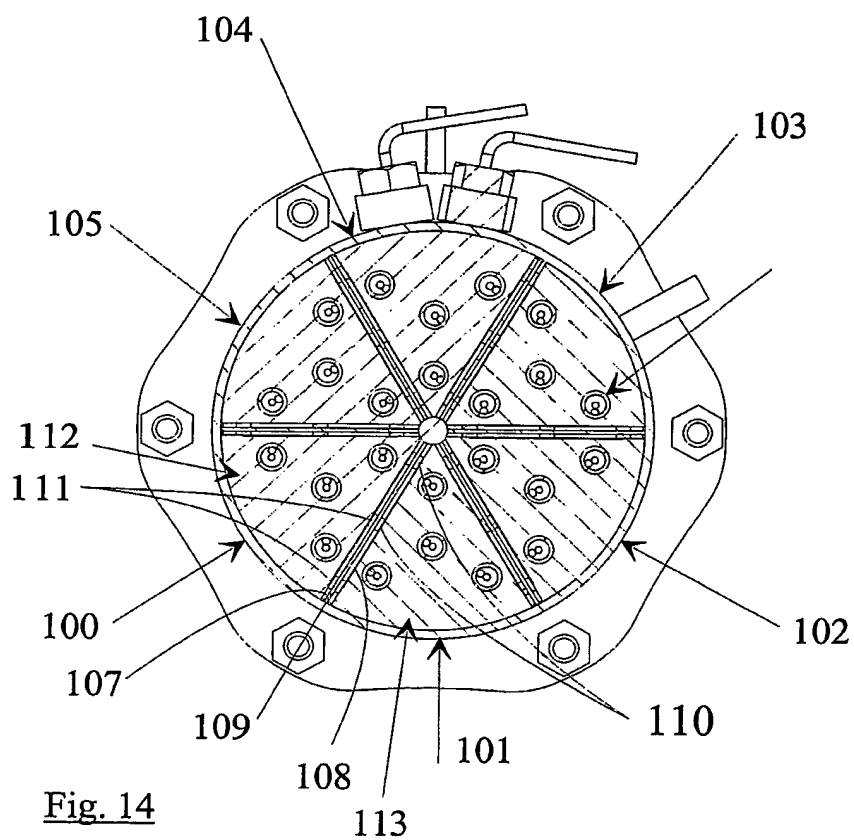


Fig. 14

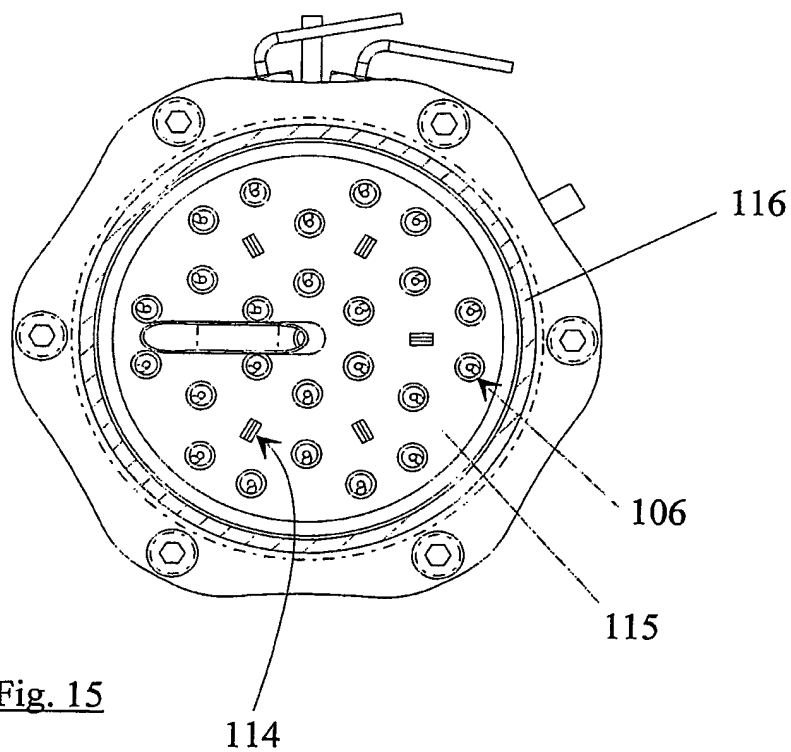


Fig. 15

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/DE2005/000350

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 H01M8/10 H01M8/12 H01M8/24

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H01M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages  | Relevant to claim No.                      |
|------------|---|--|
| Y          | WO 02/09212 A (MICROCELL CORPORATION)<br>31 January 2002 (2002-01-31)<br><br>page 29, line 3 - page 32, line 5<br>page 45, line 19 - page 46, line 7;<br>figures 9-37   | 1,2,4,6,<br>7,12-16,<br>21,22,<br>30,32-36 |
| Y          | DE 195 17 425 C1 (MTU MOTOREN- UND<br>TURBINEN-UNION FRIEDRICHSHAFEN GMBH, 88045<br>FRIEDRICHSHAFEN) 17 October 1996 (1996-10-17)<br><br>column 4, line 45 - column 5, line 48;<br>claims 1-23; figures 1,2<br><br>-----<br>-/- | 1,2,4,6,<br>7,12-16,<br>21,22,<br>30,32-36 |

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents:

\*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

\*E\* earlier document but published on or after the international filing date

\*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

\*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

\*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

26 July 2005

Date of mailing of the international search report

03/08/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5618 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Wiedemann, E

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/DE2005/000350

| C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT |   |                       |
|--|---|-----------------------|
| Category *   | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages  | Relevant to claim No. |
| Y  | WO 97/47052 A (SOUTHWEST RESEARCH INSTITUTE) 11 December 1997 (1997-12-11)<br>page 4, line 17 - page 6, line 19; claims 1-33; figures 1-4<br>-----  | 1,2,4,6,<br>7         |
| Y  | US 2003/059665 A1 (BLUM STEPHEN ET AL) 27 March 2003 (2003-03-27)<br>cited in the application<br>page 3, paragraph 46 - page 4, paragraph 63; claims 1-6; figures 4-10,23-26<br>-----   | 1,2,4,6,<br>7         |
| Y  | DE 199 09 930 A1 (FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FOERDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V) 7 September 2000 (2000-09-07)<br>cited in the application<br>column 2, line 17 - line 65<br>column 4, line 14 - line 56; claims 1-7; figures 1-5<br>----- | 1,2,4,6,<br>7         |
| Y  | DE 199 51 687 A1 (FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FOERDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V) 10 May 2001 (2001-05-10)<br>column 3, line 42 - column 4, line 21; figures 1-3<br>-----   | 1,2                   |
| A  | US 2003/021890 A1 (MARSACQ DIDIER ET AL) 30 January 2003 (2003-01-30)<br>the whole document<br>-----  |                       |

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE2005/000350

| Patent document<br>cited in search report |    | Publication<br>date | Patent family<br>member(s) | Publication<br>date |
|---|----|---------------------|----------------------------|---------------------|
| WO 0209212                                | A  | 31-01-2002          | US 6444339 B1              | 03-09-2002          |
|   |    |                     | US 6403248 B1              | 11-06-2002          |
|   |    |                     | US 6495281 B1              | 17-12-2002          |
|   |    |                     | US 6399232 B1              | 04-06-2002          |
|   |    |                     | US 6338913 B1              | 15-01-2002          |
|   |    |                     | US 6403517 B1              | 11-06-2002          |
|   |    |                     | AU 8295301 A               | 05-02-2002          |
|   |    |                     | CA 2417682 A1              | 31-01-2002          |
|   |    |                     | CN 1466783 A               | 07-01-2004          |
|   |    |                     | EP 1316119 A1              | 04-06-2003          |
|   |    |                     | JP 2004505417 T            | 19-02-2004          |
|   |    |                     | NZ 523874 A                | 30-04-2004          |
|   |    |                     | WO 0209212 A1              | 31-01-2002          |
| DE 19517425                               | C1 | 17-10-1996          | NONE                       |                     |
| WO 9747052                                | A  | 11-12-1997          | AU 3376697 A               | 05-01-1998          |
|   |    |                     | WO 9747052 A1              | 11-12-1997          |
|   |    |                     | US 6001500 A               | 14-12-1999          |
| US 2003059665                             | A1 | 27-03-2003          | DE 10040282 A1             | 07-03-2002          |
|   |    |                     | AU 8955201 A               | 25-02-2002          |
|   |    |                     | CA 2385094 A1              | 21-02-2002          |
|   |    |                     | WO 0215318 A1              | 21-02-2002          |
|   |    |                     | DE 10193427 D2             | 03-07-2003          |
|   |    |                     | EP 1277249 A2              | 22-01-2003          |
|   |    |                     | JP 2004507054 T            | 04-03-2004          |
| DE 19909930                               | A1 | 07-09-2000          | AT 253259 T                | 15-11-2003          |
|   |    |                     | CA 2364447 A1              | 14-09-2000          |
|   |    |                     | DE 50004255 D1             | 04-12-2003          |
|   |    |                     | DK 1166382 T3              | 22-12-2003          |
|   |    |                     | WO 0054358 A1              | 14-09-2000          |
|   |    |                     | EP 1166382 A1              | 02-01-2002          |
|   |    |                     | ES 2209847 T3              | 01-07-2004          |
|   |    |                     | JP 2002539587 T            | 19-11-2002          |
|   |    |                     | PT 1166382 T               | 31-03-2004          |
| DE 19951687                               | A1 | 10-05-2001          | NONE                       |                     |
| US 2003021890                             | A1 | 30-01-2003          | FR 2828013 A1              | 31-01-2003          |
|   |    |                     | CN 1400683 A               | 05-03-2003          |
|   |    |                     | EP 1282185 A2              | 05-02-2003          |
|   |    |                     | JP 2003059508 A            | 28-02-2003          |

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/DE2005/000350

|   |  |   |
|---|--|---|
| <b>A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES</b><br>IPK 7 H01M8/10 H01M8/12 H01M8/24  |  |   |
| Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK   |  |   |
| <b>B. RECHERCHIERTE GEBIETE</b><br>Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)<br>IPK 7 H01M  |  |   |
| Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen  |  |   |
| Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)<br>EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC  |  |   |
| <b>C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN</b>  |  |   |
| Kategorie*  | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile   | Betr. Anspruch Nr.  |
| Y   | WO 02/09212 A (MICROCELL CORPORATION)<br>31. Januar 2002 (2002-01-31)<br><br>Seite 29, Zeile 3 - Seite 32, Zeile 5<br>Seite 45, Zeile 19 - Seite 46, Zeile 7;<br>Abbildungen 9-37                                | 1,2,4,6,<br>7,12-16,<br>21,22,<br>30,32-36                            |
| Y   | DE 195 17 425 C1 (MTU MOTOREN- UND<br>TURBINEN-UNION FRIEDRICHSHAFEN GMBH, 88045<br>FRIEDRICHS) 17. Oktober 1996 (1996-10-17)<br><br>Spalte 4, Zeile 45 - Spalte 5, Zeile 48;<br>Ansprüche 1-23; Abbildungen 1,2 | 1,2,4,6,<br>7,12-16,<br>21,22,<br>30,32-36                            |
| -/--  |  |   |
| <input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie  |  |   |
| * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :<br>*A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist<br>*E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>*L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)<br>*O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht<br>*P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist<br>*T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist<br>*X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden<br>*Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist<br>*Z* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist |  |   |
| Datum des Abschlusses der internationalen Recherche<br><br>26. Juli 2005  |  | Absendedatum des internationalen Recherchenberichts<br><br>03/08/2005 |
| Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde<br>Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2<br>NL - 2280 HV Rijswijk<br>Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,<br>Fax: (+31-70) 340-3016   |  | Bevollmächtigter Bediensteter<br><br>Wiedemann, E                     |

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/DE2005/000350

| C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN |  |                    |
|--|--|--------------------|
| Kategorie*   | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile   | Betr. Anspruch Nr. |
| Y  | WO 97/47052 A (SOUTHWEST RESEARCH INSTITUTE) 11. Dezember 1997 (1997-12-11)<br>Seite 4, Zeile 17 - Seite 6, Zeile 19;<br>Ansprüche 1-33; Abbildungen 1-4   | 1,2,4,6,<br>7      |
| Y  | US 2003/059665 A1 (BLUM STEPHEN ET AL)<br>27. März 2003 (2003-03-27)<br>in der Anmeldung erwähnt<br>Seite 3, Absatz 46 - Seite 4, Absatz 63;<br>Ansprüche 1-6; Abbildungen 4-10,23-26  | 1,2,4,6,<br>7      |
| Y  | DE 199 09 930 A1 (FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FOERDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V) 7. September 2000 (2000-09-07)<br>in der Anmeldung erwähnt<br>Spalte 2, Zeile 17 - Zeile 65<br>Spalte 4, Zeile 14 - Zeile 56; Ansprüche 1-7; Abbildungen 1-5 | 1,2,4,6,<br>7      |
| Y  | DE 199 51 687 A1 (FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FOERDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V) 10. Mai 2001 (2001-05-10)<br>Spalte 3, Zeile 42 - Spalte 4, Zeile 21;<br>Abbildungen 1-3   | 1,2                |
| A  | US 2003/021890 A1 (MARSACQ DIDIER ET AL)<br>30. Januar 2003 (2003-01-30)<br>das ganze Dokument   |                    |

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2005/000350

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentedokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|---|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| WO 0209212 A  | 31-01-2002                    | US 6444339 B1                     | 03-09-2002                    |
|   |                               | US 6403248 B1                     | 11-06-2002                    |
|   |                               | US 6495281 B1                     | 17-12-2002                    |
|   |                               | US 6399232 B1                     | 04-06-2002                    |
|   |                               | US 6338913 B1                     | 15-01-2002                    |
|   |                               | US 6403517 B1                     | 11-06-2002                    |
|   |                               | AU 8295301 A                      | 05-02-2002                    |
|   |                               | CA 2417682 A1                     | 31-01-2002                    |
|   |                               | CN 1466783 A                      | 07-01-2004                    |
|   |                               | EP 1316119 A1                     | 04-06-2003                    |
|   |                               | JP 2004505417 T                   | 19-02-2004                    |
|   |                               | NZ 523874 A                       | 30-04-2004                    |
|   |                               | WO 0209212 A1                     | 31-01-2002                    |
| DE 19517425 C1                                      | 17-10-1996                    | KEINE                             |                               |
| WO 9747052 A  | 11-12-1997                    | AU 3376697 A                      | 05-01-1998                    |
|   |                               | WO 9747052 A1                     | 11-12-1997                    |
|   |                               | US 6001500 A                      | 14-12-1999                    |
| US 2003059665 A1                                    | 27-03-2003                    | DE 10040282 A1                    | 07-03-2002                    |
|   |                               | AU 8955201 A                      | 25-02-2002                    |
|   |                               | CA 2385094 A1                     | 21-02-2002                    |
|   |                               | WO 0215318 A1                     | 21-02-2002                    |
|   |                               | DE 10193427 D2                    | 03-07-2003                    |
|   |                               | EP 1277249 A2                     | 22-01-2003                    |
|   |                               | JP 2004507054 T                   | 04-03-2004                    |
| DE 19909930 A1                                      | 07-09-2000                    | AT 253259 T                       | 15-11-2003                    |
|   |                               | CA 2364447 A1                     | 14-09-2000                    |
|   |                               | DE 50004255 D1                    | 04-12-2003                    |
|   |                               | DK 1166382 T3                     | 22-12-2003                    |
|   |                               | WO 0054358 A1                     | 14-09-2000                    |
|   |                               | EP 1166382 A1                     | 02-01-2002                    |
|   |                               | ES 2209847 T3                     | 01-07-2004                    |
|   |                               | JP 2002539587 T                   | 19-11-2002                    |
|   |                               | PT 1166382 T                      | 31-03-2004                    |
| DE 19951687 A1                                      | 10-05-2001                    | KEINE                             |                               |
| US 2003021890 A1                                    | 30-01-2003                    | FR 2828013 A1                     | 31-01-2003                    |
|   |                               | CN 1400683 A                      | 05-03-2003                    |
|   |                               | EP 1282185 A2                     | 05-02-2003                    |
|   |                               | JP 2003059508 A                   | 28-02-2003                    |